

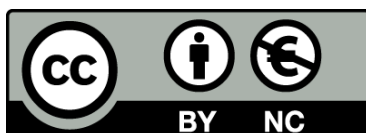


UNIVERSITAT_{DE}
BARCELONA

Exploración y modelización de patrones socioecológicos y tecnoculturales en sociedades preindustriales de zonas áridas afro-asiáticas

Una aproximación multidisciplinar
desde métodos cuantitativos

Andreas Angourakis



Aquesta tesi doctoral està subjecta a la llicència **Reconeixement- NoComercial 4.0. Espanya de Creative Commons.**

Esta tesis doctoral está sujeta a la licencia **Reconocimiento - NoComercial 4.0. España de Creative Commons.**

This doctoral thesis is licensed under the **Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0. Spain License.**

Exploración y modelización de patrones socioecológicos y tecnoculturales en sociedades preindustriales de zonas áridas afro-eurasiáticas

UNA APROXIMACIÓN MULTIDISCIPLINAR DESDE MÉTODOS
CUANTITATIVOS

Andreas Angourakis

dirigida por

Dr. Josep M. GURT ESPARRAGUERA y Dra. Verònica MARTÍNEZ FERRERAS

Tesis presentada para optar al título de *Doctor en Arqueologia*
del programa de doctorado *Societat i Cultura*

Barcelona, 25 de septiembre de 2018



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Facultat de Geografia
i Història

Declaración

Certifico que

- I. La tesis incluye solamente el trabajo original del doctorando, excepto donde se indique lo contrario;
- II. Se ha hecho un reconocimiento debido en el texto a todos los demás materiales utilizados.

Resumen/Resum/Abstract



ESPAÑOL • Esta tesis doctoral trata la exploración y modelización formal de patrones socioecológicos y tecnoculturales, así como de algunos de los hipotéticos mecanismos que los explicarían. Los patrones se postulan sobre dos tipos de evidencia arqueológica: las **producciones de recipientes cerámicos** y el **uso agropastoral del territorio**. Los mecanismos tratados se incluyen en los temas generales de **transmisión y evolución culturales, intercambio, competencia y cooperación**. La tesis es el resultado de la combinación del perfil generalista e interdisciplinar del doctorando y las oportunidades brindadas por su participación en tres proyectos de investigación (SimulPast, 2011-2017; CAMOTECCER, 2013-2016; y CERAC, 2017-2020). A pesar de obtener su inspiración en la trayectoria documentada de la ocupación humana de la cuenca del Surkhan Daria, Uzbekistán, se recogen las evidencias dentro del amplio contexto geográfico de la Afro-Eurasia árida. Asimismo, se referencian datos de múltiples períodos, desde la Edad del Bronce hasta la actualidad, con especial énfasis entre 500 a. C. y 500 d. C.

El corpus de la tesis se divide en dos líneas metodológicas, *análisis de datos arqueométricos de cerámicas* y *simulación de sistemas socioecológicos*, ambas enmarcadas en la intersección de la *arqueología cuantitativa* con la *arqueología digital*. Concretamente, se aborda: *las diferencias entre individuos cerámicos, en términos de datos arqueométricos, para la detección de relaciones de intercambio y cambio cultural*, utilizando métodos de estadística multivariante; *la emergencia y estabilidad de fronteras entre el pastoreo nómada y seminómada y la agricultura sedentaria*, utilizando de la modelización basada en agentes; y *las condiciones para la cooperación en el almacenamiento de alimentos en sociedades de pequeña escala*, utilizando también la modelización basada en agentes.

Esta tesis contiene texto en tres idiomas: castellano, inglés y catalán. Mientras los dos capítulos introductorios y las conclusiones fueron redactados en castellano, los artículos que componen el corpus principal se encuentran en su versión original en inglés. Todos los capítulos abren con un resumen en las tres lenguas y todos los artículos tienen su resumen traducido al castellano y catalán. Excepcionalmente, el capítulo de las conclusiones se ofrece en los tres idiomas.





CATALÀ • Aquesta tesi doctoral tracta l'exploració i modelització formal de patrons socioecològics i tecnoculturals, així com d'alguns dels hipotètics mecanismes que els explicarien. Els patrons es postulen sobre dos tipus d'evidència arqueològica: les **produccions de recipients ceràmics** i l'**ús agropastoral del territori**. Els mecanismes tractats s'inclouen en els temes generals de **transmissió i evolució culturals, intercanvi, competència i cooperació**. La tesi és el resultat de la combinació del perfil generalista i interdisciplinari del doctorand i les oportunitats brindades per la seva participació en tres projectes de recerca (SimulPast, 2011-2017; CAMOTECER, 2013-2016, i CERAC, 2017-2020). Tot i obtenir la seva inspiració en la trajectòria documentada de l'ocupació humana de la conca del Surkhan Daria, Uzbekistan, es recullen les evidències dins de l'ampli context geogràfic de la Afro-Euràsia àrida. Així mateix, es referencien dades de múltiples períodes, des de l'Edat del Bronze fins a l'actualitat, amb especial èmfasi entre 500 a. C. i 500 d. C.

El corpus de la tesi es divideix en dues línies metodològiques, *anàlisi de dades arqueomètriques de ceràmiques* i *simulació de sistemes socioecològics*, ambdues emmarcades en la intersecció de la *arqueologia quantitativa* amb la *arqueologia digital*. Concretament, s'aborda: *les diferències entre individus ceràmics, en termes de dades arqueomètriques, per a la detecció de relacions d'intercanvi i canvi cultural*, utilitzant mètodes d'estadística multivariant; *l'emergència i estabilitat de fronteres entre el pasturatge nòmada i seminòmada i l'agricultura sedentària*, utilitzant de la modelització basada en agents; i *les condicions per a la cooperació per a l'emmagatzematge d'aliments en societats de petita escala*, utilitzant també la modelització basada en agents.

Aquesta tesi conté text en tres idiomes: castellà, anglès i català. Mentre els dos capítols introductoris i les conclusions han estat redactats en castellà, els articles que componen el corpus principal es troben en la seva versió original en anglès. Tots els capítols s'obren amb un resum en les tres llengües i tots els articles tenen el seu resum traduït al castellà i català. Excepcionalment, el capítol de les conclusions s'ofereix en els tres idiomes.





ENGLISH • This doctoral thesis addresses the exploration and formal modelling of socio-ecological and techno-cultural patterns, as well as some of the hypothetical mechanisms that would explain them. The patterns are posited on two types of archaeological evidence: the **productions of ceramic containers** and the **agropastoral use of the territory**. The mechanisms dealt with are included in the general themes of **cultural transmission and evolution, exchange, competition** and **cooperation**. The thesis is the result of the combination of the generalist and interdisciplinary profile of the doctoral student and the opportunities offered by his participation in three research projects (SimulPast, 2011-2017, CAMOTECCER, 2013-2016, and CERAC, 2017-2020). In spite of obtaining its inspiration in the documented trajectory of the human occupation of the Surkhan Daria basin, Uzbekistan, the evidence is collected within the wide geographical context of the arid Afro-Eurasia. Likewise, data for multiple periods are referenced, from the Bronze Age to the present, with special emphasis between 500 BC and 500 AD.

The corpus of the thesis is divided into two methodological lines, *analysis of archaeometric data of ceramics* and *simulation of socio-ecological systems*, both framed at the intersection of *quantitative archaeology* with *digital archaeology*. Specifically, it addresses: *the differences between ceramic individuals, in terms of archaeometric data, for the detection of relationships of exchange and cultural change*, using multivariate statistical methods; *the emergence and stability of borders between nomadic and semi-nomadic pastoralism and sedentary agriculture*, using agent-based modelling; and *the conditions for cooperation for the storage of food in small-scale societies*, also using agent-based modelling.

This thesis contains text in three languages: Spanish, English, and Catalan. While the two introductory chapters and the conclusions were written in Spanish, the articles that make up the main corpus are in their original English version. All the chapters open with a summary in the three languages and all the articles have their summary translated into Spanish and Catalan. Exceptionally, the chapter on conclusions is offered in all three languages.



Agradecimientos

Esta tesis doctoral fue una larga y ardua jornada. Para finalizarla, he tenido la suerte de contar con la ayuda de numerosas personas e instituciones, por las que siento mucha gratitud, respeto y estima.

En primer lugar, agradezco la confianza que se me ha otorgado durante cuatro años a través de la *ayuda para contratos predoctorales para la formación de doctores*, concedida en vinculación a proyectos I+D+i, por el *Ministerio de Economía y Competitividad*, actualmente llamado *Ministerio de Economía y Empresa* del Estado español. A la misma entidad, doy las gracias por la financiación de dos estancias realizadas durante este periodo. Finalmente, este agradecimiento se extiende al conjunto de contribuyentes y a la sociedad catalana que me ha acogido.

Agradezco profundamente a mis directores de tesis, Josep M. Gurt y Verònica Martínez, por la oportunidad de haber trabajado juntos durante estos años, por el apoyo dado en todo momento y—no menos importante—haber tolerado mis manías y digresiones.

La realización de esta tesis no hubiera sido posible sin los numerosos investigadores doctores con los que he tenido el privilegio de colaborar. Emito un agradecimiento especial a aquellos con los que colaboré más estrechamente en la preparación de los trabajos incluidos en la tesis, como Sebastian Stride, Bernardo Rondelli, Marco Madella, Andrea L. Balbo, Xavier Rubio Campillo, Matthieu Salpeteur, José Ignacio Santos, José Manuel Galán, Ano Hein, Ana Sánchez del Corral, Leonid M. Sverchkov, Meritxell Aulinas Juncà, Maite García-Vallès, Enrique Ariño Gil y Shakir Pidaev.

Asimismo, hago homenaje a los investigadores que me han ayudado a elevar el nivel de mi trabajo, antes y durante el periodo doctoral, como Juan A. Barceló, Enrico Crema, Francesc Miquel Quesada, Maria Pereda, Agnese Fusaro, Alessandra Pecci, Débora Zurro, Carla Lancelotti y los muchos y valerosos miembros de la *CoDa Association*. Agradezco también a todos los revisores anónimos que voluntariamente han usado su tiempo y atención para leer, corregir y ofrecer su valioso comentario sobre los artículos integrados en esta tesis doctoral.

La tesis y mi desarrollo como investigador se beneficiaron en gran medida de las tres estancias que he realizado. Por mi estancia en la University College of London, agradezco el acogimiento y atención por parte de Mark Lake, Patrick Quinn, Mark Altaweel y

Mike Charlton. Mi experiencia en Londres no hubiera sido la misma sin el toque sureño de las noches musicales en el Spiritual Caipirinha en la con la compañía de Eleftheria Paliou, Chiara Bonacchi y Álvaro Diez. En mi paso por Uzbekistán, soy extremadamente grato por el recibimiento ofrecido por Shakir R. Pidaev y su familia, así como la calurosa hospitalidad jorezmita de Utkir Abdullaev y demás miembros del Departamento de Historia de la Urgench State University. Agradezco asimismo a Shawn Graham y la Carleton University en Ottawa por recibirme de brazos abiertos. Shawn ha sido para mí la prueba de que la diversidad de intereses y competencias, aunque costosa de mantener, vale la pena.

Pese a que a todos se nos resiste la burocracia—y quizás justamente por eso—debo agradecer el servicio diligente e indispensable del personal administrativo de la *Universitat de Barcelona*, que a lo largo de seis años han gestionado todos los aspectos de mi vinculación a la Universidad. Asimismo, agradezco al personal de limpieza y mantenimiento de la *Facultat de Geografia i Història* que en silencio sostienen la infraestructura que he disfrutado. Por los mismos motivos y por apoyarme como doctorando, agradezco a la *Universitat de Barcelona*, a la *Secció de Prehistòria i Arqueologia* del *Departament de Història i Arqueologia*, además de los demás investigadores miembros del *ERAAUB*.

Es de mención forzosa todos las compañeras y compañeros *predoctorales* con los que he convivido, muchos ya doctores, por su compañía y las muchas conversaciones estimulantes, pero también por darme la oportunidad de intercambiar experiencias de doctorado. Éstos son Irene Esteban, Francesc Conesa, Mónica Alonso, Ágata Rodríguez, Irene Cruz, Fernanda Inserra, Leandro Fantuzzi, Jorge Caro, Maria Yubero, Jonas Alcaina y Juanjo García-Granero. En este mismo espíritu, quiero mencionar a los muchos compañeros pre y posdocs de la “salita”, Maria Clara, Gustavo, Francesca, Javier, Omar, entre otros, además de Anita que nunca andaba lejos. Agradezco a mis amigos *badalonins*, Javier, Francesc, Pep, Marta e Irene, además de Fina, Agustín, María, Goretti y Mariona y familia, entre otros, que han estado todos siempre cerca durante estos años, intentando—en vano—que me explique sobre “qué hago exactamente”. También soy grato a Raquel, por haber compartido conmigo esta intensa etapa, prácticamente hasta su conclusión.

Por último, pero no menos importante, agradezco a mi familia, que desde el otro lado del Atlántico me ha ayudado con los medios y los ánimos para iniciar mi carrera en el mundo académico. Esta tesis la debo dedicar en particular a mi madre, por haberme despertado desde muy joven el interés por el estudio de la historia.

Índice

Resumen/Resum/Abstract	I
Agradecimientos	v
1. Presentación	2
1.1. Antecedentes y contexto de la investigación	4
1.1.1. Trayectoria del candidato	4
1.1.2. Trabajos del ERAAUB en la región del Surkhan Daria	10
1.1.3. CAMOTECCER y CERAC	14
1.1.4. SimulPast	16
1.2. Objetivos	18
1.3. Artículos y otros trabajos originales	19
1.4. Estructura	21
2. Introducción	24
2.1. Marco teórico-metodológico	26
2.1.1. La ciencia de la complejidad	28
2.1.2. La arqueología cuantitativa y la arqueología digital	36
2.1.3. Datos, modelos y simulación	38
2.2. Unidad histórico-geográfica	42
2.2.1. La Afro-Eurasia árida como unidad geográfica	42
2.2.2. La identificación de regiones históricas	51
2.2.3. Marco temporal	55
2.2.4. Una breve historia del Surkhan Daria y su contexto	56
2.2.5. Mecanismos	73
3. Análisis de datos arqueométricos de cerámicas	78
3.1. Introducción	81
3.2. Pottery in Hellenistic tradition from ancient Bactria: The Kurganzol fortress (Uzbekistan, Central Asia)	88
3.3. Assessing Hellenistic to nomadic cultural patterns through pottery in ancient Termez, Uzbekistan	101
3.3.1. Introduction	103
3.3.2. Natural landscapes and geological background	105

3.3.3. Archaeological evidence	107
3.3.4. Materials	112
3.3.5. Methods	114
3.3.6. Results and discussion	115
3.3.7. Conclusions	138
Acknowledgments	142
References	142
3.4. Presenting multivariate statistical protocols in R using wine Roman amphorae productions in Catalonia, Spain	148
4. Simulació de sistemes socioecològics	168
4.1. Introducció	171
4.2. Land Use Patterns in Central Asia. Step 1: The Musical Chairs Model .	176
4.3. Exploring the Oases of Central Asia: a model of interaction between mobile livestock breeding and sedentary agriculture	199
4.3.1. Modelling land use in oases of Central Asia	200
4.3.2. The Musical Chairs model	206
4.3.3. Discussion	218
Acknowledgments	226
References	226
4.4. The Nice Musical Chairs model. Exploring the role of competition and cooperation between farming and herding in the formation of land use patterns in arid Afro-Eurasia	231
4.5. Food For All: An Agent-Based model to explore the emergence and implications of cooperation for food storage	261
5. Conclusiones/Conclusions	278
5.1. ESPAÑOL	278
5.1.1. Cumplimiento de objetivos y relevancia de los resultados	278
5.1.2. Vías futuras	280
5.2. CATALÀ	281
5.2.1. Compliment d'objectius i rellevància dels resultats	281
5.2.2. Vies futures	283
5.3. ENGLISH	284
5.3.1. Fulfilment of objectives and relevance of results	284

5.3.2. Future routes	286
Apéndice A: Apéndices de artículos publicados	289
A.1 Análisis de datos arqueométricos	289
5.3.3. A.1.1 Apéndices de ‘Assessing Hellenistic to nomadic cultural patterns through pottery in ancient Termez, Uzbekistan’	289
5.3.4. A.1.2 Apéndices de ‘Presenting multivariate statistical protocols in R using wine Roman amphorae productions in Catalonia, Spain’	296
A.2 Modelización y simulación computacional	417
5.3.5. A.2.1 Apéndices de ‘Land Use Patterns in Central Asia. Step 1: The Musical Chairs Model’ { - }	417
5.3.6. A.2.2 Apéndices de ‘The Nice Musical Chairs Model: Exploring the Role of Competition and Cooperation Between Farming and Herding in the Formation of Land Use Patterns in Arid Afro- Eurasia’ { - }	432
5.3.7. A.2.3 Apéndices de ‘Food For All: An Agent-Based model to explore the emergence and implications of cooperation for food storage’ { - }	455
Apéndice B: Software	463
B.1 Análisis de datos arqueométricos	463
B.1.1 biplot2d3d	464
B.1.2 cerUB	497
B.2 Modelización y simulación computacional	515
B.2.1 Musical Chairs	516
B.2.2 Nice Musical Chairs	533
Lista de figuras	569
Bibliografía	575
